

**Verfahren zur automatischen Anpassung eines busfähigen
Feldgerätes der Prozessautomatisierungstechnik an
das auf dem Feldbus verwendete Busprotokoll**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Anpassung eines busfähigen Feldgerätes an das auf dem Feldbus verwendete Busprotokoll.

In der Prozessautomatisierungstechnik werden vielfach Feldgeräte eingesetzt, die zur Erfassung und/oder Beeinflussung von Prozessvariablen dienen. Beispiele für derartige Feldgeräte sind Füllstandsmessgeräte, Massendurchflussmessgeräte, Druck- und Temperaturmessgeräte, pH-Redoxpotential-Messgeräte, Leitfähigkeitsmessgeräte etc., die als Sensoren die entsprechenden Prozessvariablen Füllstand, Durchfluss, Druck, Temperatur, pH-Wert bzw. Leitfähigkeitswert erfassen.

Neben derartigen Messgeräten sind auch Systeme bekannt, die neben der reinen Messwerterfassung auch weitere Aufgaben erfüllen. Zu nennen sind hier insbesondere Elektrodenreinigungssysteme, Kalibriersysteme sowie Probenehmer.

Ebenfalls als Feldgeräte werden Ein-/Ausgangseingabeeinheiten, sogenannte Remote I/Os bezeichnet.

Zur Beeinflussung von Prozessvariablen dienen Aktoren, die z. B. als Ventile den Durchfluss einer Flüssigkeit an einem Rohrleitungsabschnitt steuern oder die als Pumpen den Füllstand in einem Behälter verändern.

Eine Vielzahl solcher Feldgeräte wird von der Firma Endress + Hauser hergestellt und vertrieben.

Häufig sind Feldgeräte mit Feldbussystemen (Profibus, Foundation Fieldbus, etc.) verbunden, die einen digitalen Datenaustausch zwischen den Feldgeräten und übergeordneten Einheiten z.B. Leitsystemen oder Steuereinheiten ermöglichen.

Diese übergeordneten Einheiten dienen hauptsächlich zur Prozesssteuerung und zur Prozessüberwachung.

Für die Prozesssteuerung und Prozessüberwachung ist es von großer Wichtigkeit, dass der Datenaustausch über das Feldbussystem sicher und zuverlässig erfolgt. Ausgetauscht werden Daten über den Feldbus in Form von Telegrammen (Frames), die einen ganz bestimmten nach dem verwendeten Busprotokoll vorgeschriebenen Aufbau haben. Die Nutzdaten sind entsprechend dem jeweiligen Busprotokoll in eine Reihe von Steuer- und Kontrollsequenzen eingepackt.

Bei den heutigen Feldbussystemen werden unterschiedliche Busprotokolle eingesetzt. Sehr verbreitet in der Prozessautomatisierungswelt sind Profibus PA und Foundation Fieldbus H1 Feldbussysteme.

Das Protokoll (Data Link Layer) von Profibus PA ist in der Norm EN50170 näher beschrieben. Die Foundation Fieldbus Spezifikationen sind in den öffentlich zugänglichen „Foundation Fieldbus Technical Specifications“ zusammengefasst.

Bereits bei der Herstellung der Feldgeräte müssen Feldgeräte an das jeweilige Feldbussystem angepasst werden. Hierzu wird ein entsprechendes Feldbus Stapelprogramm (Feldbus-Stack) im Feldgerät implementiert. Aufgabe des Feldbus-Stacks ist es, die Nutzdaten aus den über den Feldbus gesendeten Telegrammen zu gewinnen und an die jeweilige im Feldgerät laufende Anwendung zur Weiterverarbeitung weiterzuleiten.

Stacks für die verschiedenen Feldbussysteme werden z.B. von der Fa. TMG-itec oder Fa. Softing AG geliefert. Der Speicherbedarf für einen Profibus PA Stack liegt bei etwa 50 kB und für einen Foundation Fieldbus FF-Stack bei 250 kB.

Ist im Feldgerät ein spezieller Feldbus-Stack implementiert, z.B. ein Profibus-Stack, so kann dieses Feldgerät nur in einem Profibus Feldbussystem eingesetzt werden. Eine Verwendung in einem Foundation Fieldbus Feldbussystem oder anderen Systemen ist nicht möglich.

Für den Hersteller von Feldgeräten bedeutet dies eine aufwendige und kostenintensive Produktion, da verschiedene Produktionslinien für Feldgeräte mit unterschiedlichen Feldbus-Stacks notwendig sind.

Auch auf Seite der Anwender ergeben sich Probleme durch die Vielfalt der möglichen Feldbussysteme. Vorhandene Feldgeräte können an einem anderen Bus nicht eingesetzt werden. Ein Wechsel von einem Feldbussystem auf ein anderes ist aufgrund des notwendigen Aufwands quasi unmöglich.

Aus dem Stand der Technik sind deshalb bereits verschiedene Verfahren zur Anpassung von Feldgeräten an Feldbussysteme bekannt. Diese aus den Druckschriften DE 198 47 701 C2 bzw. WO 03/039098 bekannten Verfahren analysieren jeweils die Telegramme, die über den Feldbus gesendet werden, nach bestimmten für das jeweilige Protokoll charakteristischen Eigenschaften. Hierzu müssen die Feldbusprotokolle im Vorfeld aufwendig nach charakteristischen Eigenschaften untersucht werden und diese charakteristischen Eigenschaften, in Programme mit entsprechenden Abfragenroutinen umgesetzt werden, die dann in den Feldgeräten abgespeichert werden müssen.

Diese Verfahren sind in der Regel nur für zwei vorgegebene Feldbusprotokolle geeignet. Auch ist die Anpassung dieser Verfahren an ein neue Busprotokolle relativ aufwendig.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb ein Verfahren zur automatischen Anpassung eines busfähigen Feldgerätes der Prozessautomatisierungstechnik an das auf dem Feldbus verwendete Protokoll anzugeben, das einfach und kostengünstig durchführbar ist und das im Prinzip für beliebige Protokolle geeignet ist.

Gelöst wird diese Aufgabe durch das im Anspruch 1 angegebene Verfahren.

Vorteilhafte Weiterentwicklungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die wesentliche Idee der Erfindung besteht darin, Telegramme vom Feldbus zu empfangen und diese an verschiedene im Feldgerät gespeicherte Feldbus-Stacks weiterzuleiten und in diesen abzuarbeiten. Ausgewählt wird derjenige Feldbus-Stack, der Telegramme ordnungsgemäß verarbeiten kann, d.h. mit dem weiterverarbeitbare Nutzdaten aus den Telegrammen extrahiert werden können. Mit diesem ausgewählten Feldbus-Stack erfolgt der weitere Datenaustausch mit dem Feldbus.

Damit ist es möglich, ein busfähiges Feldgerät in einfacher Weise an das auf dem Feldbus verwendete Protokoll anzupassen.

Nachfolgend ist die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 Feldbussystem der Prozessautomatisierungstechnik in schematischer Darstellung;

Fig. 2 busfähiges Feldgerät;

Fig. 3 Aufbau eines Feldbustelegramms;

Fig. 4 Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens.

In Fig. 1 ist ein Feldbussystem der Prozessautomatisierungstechnik näher dargestellt das nach dem Foundation Fieldbus Standard arbeitet. An einen Datenbus D1 sind mehrere Leitsysteme bzw. Steuereinheiten (Workstations) WS1, WS2, die zur Prozessvisualisierung, Prozessüberwachung und zum Engineering dienen, angeschlossen. Der Datenbus D1 arbeitet nach dem HSE (high speed ethernet) Standard der Foundation Fieldbus. Über einen Gateway G1, das auch als Linking Device bezeichnet wird, ist der Datenbus D1 mit einem Feldbussegment SM1 verbunden. Das Feldbussegment SM1 besteht aus mehreren Feldgeräten F1, F2, F3, F4, die über einen Feldbus FB miteinander

verbunden sind. Der Feldbus FB arbeitet ebenfalls nach dem Foundation Fieldbus Standard.

In Fig. 2 ist das Feldgerät F1 näher dargestellt. Bei diesem Feldgerät handelt es sich beispielhaft um einen Temperaturtransmitter mit Sensor. Das Feldgerät F1 weist einen Mikrocontroller μC auf, der über einen Analog-Digital-Wandler A/D mit einem Messaufnehmer MA verbunden ist. Zum Bedienen des Feldgerätes und zur Anzeige verschiedener Informationen dient optional eine Anzeige/Bedieneinheit AB die ebenfalls mit dem Mikrocontroller μC verbunden ist.

Als Speicher für Programme und Parameter dienen Flash-, EEPROM und /oder RAM-Speicher. Über eine Feldbusschnittstelle FBS ist der Mikrocontroller μC mit dem Feldbus FB verbunden. Über den Feldbus FB können Feldbustelegramme zwischen den Feldgeräten und den übergeordneten Einheiten WS1 bzw. WS2 ausgetauscht werden.

Fig. 3 zeigt beispielhaft den Aufbau eines Telegramms anhand eines Profibusframes FR1. Der Profibusframe FR1 besteht aus mehreren Datenfeldern; SD3 Startfeld, DA Zieladresse, SA Senderadresse, FC Funktionscode, Daten und FCS Frame-Checksumme. Das Datenfeld Daten kann z. B. Messwerte, Abfragen etc. enthalten.

Nachfolgend ist das erfindungsgemäße Verfahren anhand des in Fig. 4 dargestellten Ablaufdiagramms näher erläutert.

Das Feldgerät F1 empfängt ein Telegramm T1, das nach den Regeln des Foundation Fieldbus aufgebaut ist. Das Telegramm T1 enthält neben den Nutzdaten eine Reihe von Kontroll- und Steuersequenzen entsprechend dem verwendeten Feldbustelegramm (hier Foundation Fieldbus). Dieses Feldbustelegramm T1 wird von der Feldbusschnittstelle FBS nach erfolgreicher CRC-Überprüfung an das Feldbus-Stapelprogramm ST1 weitergeleitet.

Bei dem Feldbus-Stapelprogramm ST1 handelt es sich um ein Profibus Stapelprogramm (Profibus-Stack). Da das Telegramm T1 nach den Foundation Fieldbus Regeln aufgebaut ist, können Nutzdaten aus diesem Telegramm mit

Hilfe des Stapelprogramms ST1 nicht gewonnen werden und somit auch nicht eine Anwendung weitergeleitet werden.

Das Feldbus Stapelprogramm ST1 signalisiert einen Verarbeitungsfehler. Daraufhin wird das Stapelprogramm ST2 geladen und das nächste über den Feldbus FB gesendete Telegramm T2 empfangen. Das Telegramm T2 wird an das Stapelprogramm ST2 übergeben und in diesem abgearbeitet. Ist das Stapelprogramm ST2 ein Foundation Fieldbus Stapelprogramm (FF-Stack) so können Nutzdaten aus dem Telegramm gewonnen werden und an die entsprechende Anwendung im Feldgerät F1 weitergegeben werden. Mit Hilfe der Nutzdaten können so im Feldgerät F1 z.B. Diagnoseprogramme gestartet, Messwerte ausgelesen oder Parameterwerte geändert werden. Bei richtiger Verarbeitung des Telegramms T2 im Feldbus Stapelprogramm ST2 wird dieses Stapelprogramm auch weiterhin verwendet um nachfolgende Telegramme T zu lesen bzw. um Telegramme vom Feldgerät F1 aus über den Feldbus zu versenden.

Um eine schnelle Anpassung an das verwendete Busprotokoll zu ermöglichen, ist es sinnvoll, die Reihenfolge der Feldbus Stapelprogramme ST1, ST2, ST3 entsprechend ihres Verbreitungsgrades in der Prozessautomatisierungswelt zu wählen. Am Anfang sollten die Stapelprogramme der am weitesten verbreiteten Feldbussysteme stehen.

Neben einer sequentiellen Abarbeitung von mehreren Telegrammen in verschiedenen Stapelprogrammen, ist auch die parallele Verarbeitung eines Telegramms in mehreren Stapelprogrammen denkbar. Dies ist nur eine Frage der Größe der Stapelprogramme und der Größe des Programmspeichers im Feldgerät. Eine parallele Abarbeitung ermöglicht natürlich eine schnellere Anpassung an das auf dem Feldbus verwendete Busprotokoll.

Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass es leicht an neue Protokolle anpassbar ist. Hierzu muss nur das entsprechende

Stapelprogramm im Feldgerät abgespeichert werden, so dass Telegramme auch mit diesem abgearbeitet werden können.

Für den Fachmann ist es offensichtlich, dass dieses Verfahren nicht nur bei Feldbussystemen sondern bei beliebigen Kommunikationsnetzwerken eingesetzt werden kann, bei denen unterschiedliche Netzwerkprotokolle Anwendung finden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Anpassung eines busfähigen Feldgerätes der Prozessautomatisierungstechnik an das auf dem Feldbus verwendete Feldbusprotokoll,
mit mehreren im Feldgerät abgespeicherten Feldbus Stapelprogrammen, die zur Gewinnung von Nutzdaten aus Telegrammen verschiedener Feldbussysteme dienen, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
 - Empfangen von über den Feldbus gesendeten Telegrammen
 - Übergabe der Telegramme an die Feldbus Stapelprogramme
 - Abarbeiten der Telegramme in den Feldbus Stapelprogrammen
 - Auswahl des Feldbus Stapelprogramms für den weiteren Datenaustausch mit dem Feldbus, das weiterverarbeitbare Nutzdaten aus mindestens einem Telegramm gewinnt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die empfangenen Telegramme nacheinander an die verschiedenen Feldbus Stapelprogramme übergeben werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Telegramm an verschiedene Feldbus Stapelprogramme übergeben wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens zwei Feldbus Stapelprogramme im Feldgerät abgespeichert sind.
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei ein Feldbus Stapelprogramm ein Profibus PA Stack oder ein Foundation Fieldbus Stack ist.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Feldgerät ein Temperatursensor ist.

7. Feldgerät zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

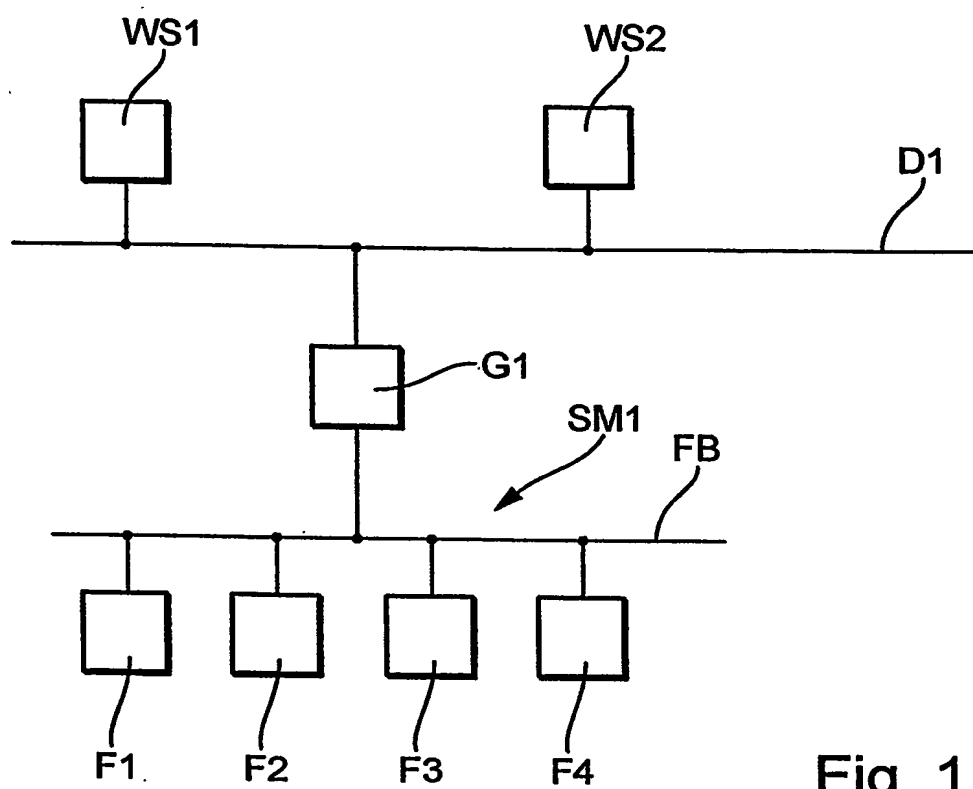


Fig. 1

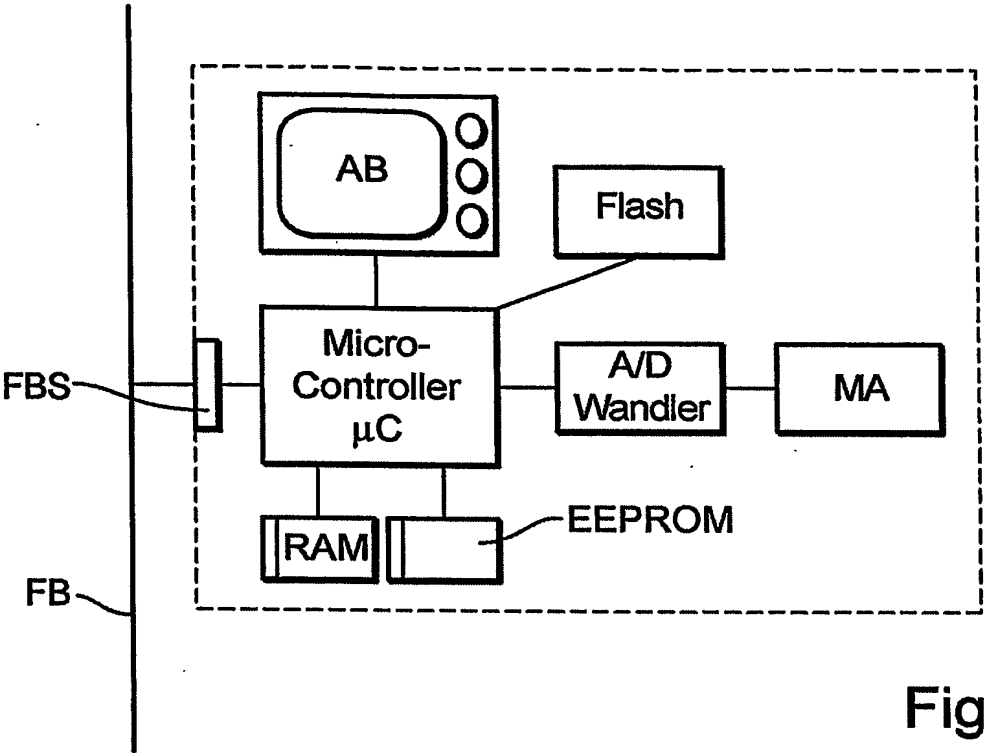
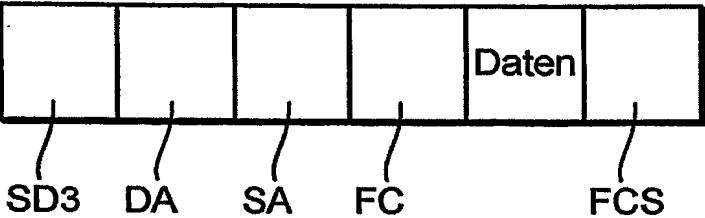


Fig. 2



FR1

Fig. 3

3/3

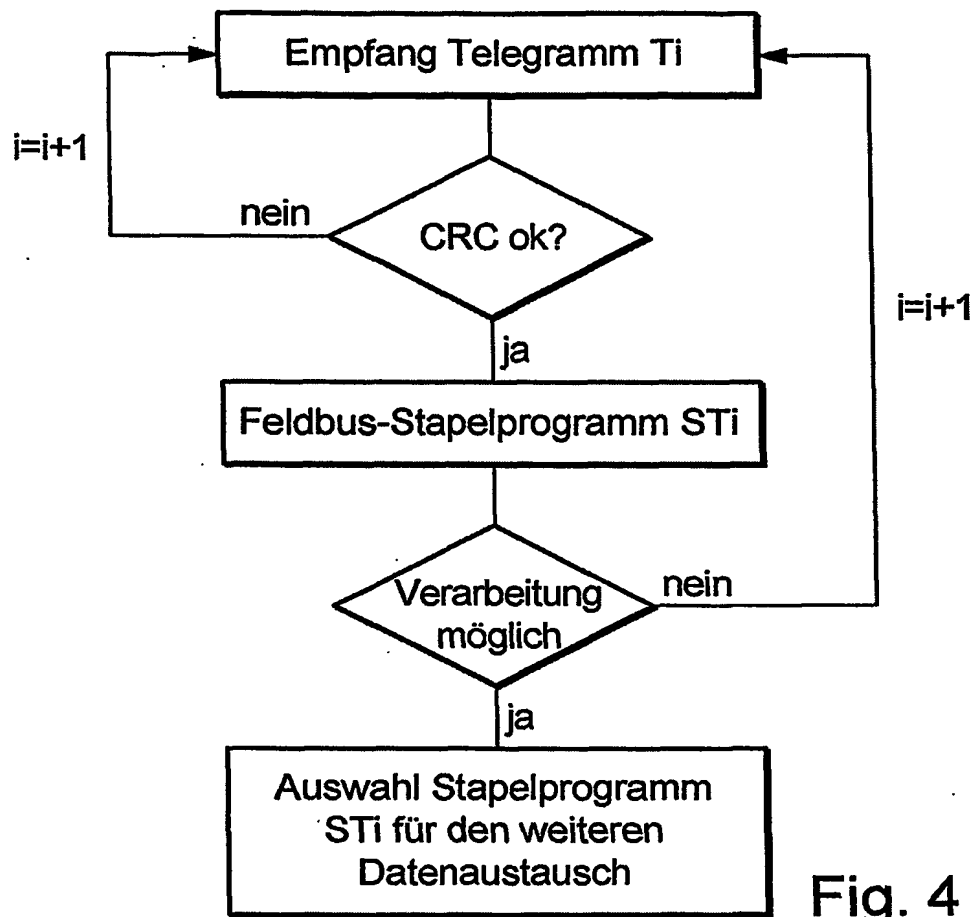


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/007979

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G05B19/042 H04L29/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G05B H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 229 414 A (GRIESHABER VEGA KG) 7 August 2002 (2002-08-07) paragraphs '0010!, '0019! claims 3,4,6 -----	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 December 2004

Date of mailing of the international search report

15/12/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Helot, H

Ref/EP2004/007979

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 1229414	A	07-08-2002	DE 10104143 A1	08-08-2002
			EP 1229414 A2	07-08-2002
			US 2002103946 A1	01-08-2002
<hr/>				

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G05B19/042 H04L29/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G05B H04L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 229 414 A (GRIESHABER VEGA KG) 7. August 2002 (2002-08-07) Absätze '0010!, '0019! Ansprüche 3,4,6 -----	1-7



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. Dezember 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

15/12/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Helot, H

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1229414	A	07-08-2002	DE	10104143 A1	08-08-2002
			EP	1229414 A2	07-08-2002
			US	2002103946 A1	01-08-2002
